

Schichtenfolge und Lagerung des oberen Weißjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb)

(Auszug)

Inauguraldissertation
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen
zur
Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von

Klaus Fesefeldt
aus Tübingen



Erlangen 1961
Universitäts-Buchdruckerei Junge & Sohn

1961 № 13

161
Als Dissertation genehmigt von der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Erlangen

Tag der mündlichen Prüfung: 23. November 1960

Dekan:

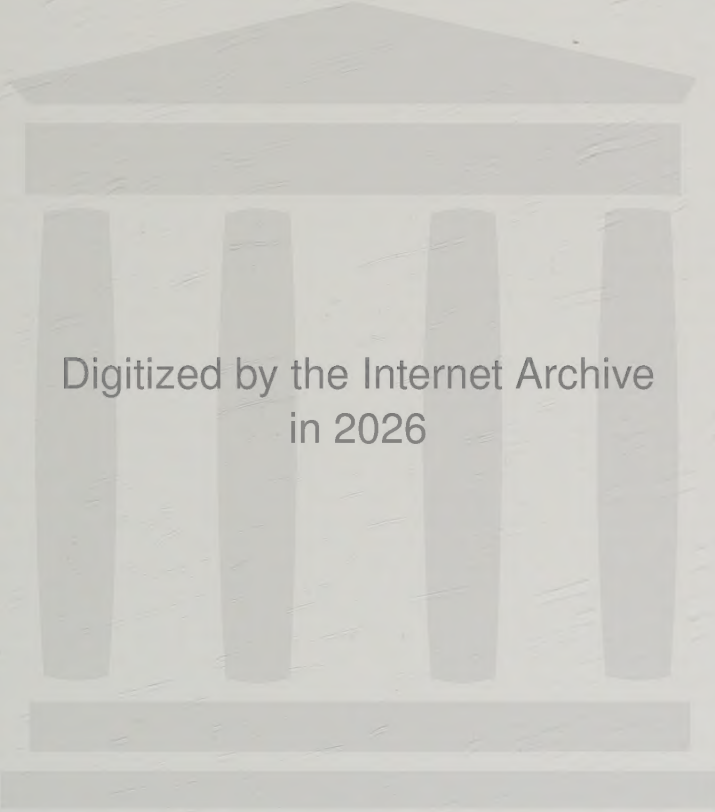
Universitätsprofessor Dr. Gerhard Hesse

Berichterstatter:

Universitätsprofessor Dr. Bruno v. Freyberg

Universitätsprofessor Dr. Florian Heller

Sonderdruck aus: „Geologische Blätter für Nordost-Bayern“,
Jahrgang XI (1961), Heft 1



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Schichtenfolge und Lagerung des oberen Weißjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb)

(Auszug)

Von Klaus Fesefeldt, Erlangen

Das kartierte Gebiet umfaßt den westlichsten Teil der südlichen Frankenalb, nämlich das Gradabteilungsblatt Monheim sowie einen Teil des Gradabteilungsblattes Gendingen. Untersucht wurde die Stratigraphie des Malm ζ sowie seine Tektonik, besonders in Hinblick auf die Entstehung des Nördlinger Rieses. Der Rand des östlichen Vorrieses verläuft mitten durch das Aufnahmegebiet. — Der Gegensatz von Riff- und geschichteter Fazies beherrscht den ganzen Malm ζ der südlichen Frankenalb, bei uns besonders dessen untere Hälfte. Anfangs verzahnen sich beide Faziestypen oder es herrscht ein Faziesübergang, d.h. sie sind altersgleich. Dann lagern sich geschichtete Kalke zwischen aufragende Riffe ein, und nach dem Tod der Riffe greift die Schichtsedimentation über diese hinweg, bis schließlich eine geschlossene Fläche geschichteter Sedimente entsteht. Während der Einlagerung in die Wannen bilden sich in diesen mächtige geschichtete Kalke, auf den Riffen geringmächtige (Untere Schiefer und Trennende Krumme Lage). Nach der Zufüllung der Wannen entstehen über ihnen weiterhin stärkere Schichtpakete als über den Riffen im Untergrund, da dort die diagenetische Setzung größer ist als hier (Obere Schiefer und Hangende Krumme Lage). Von den Mörsheimer Schichten an aufwärts nehmen die Mächtigkeiten von Norden nach Süden zu. — Die Schichtenfolge läßt sich auf Grund der Ammonitenfauna vorerst in zwei, wahrscheinlich sogar in drei Abschnitte einteilen. Hier sind die Untersuchungen durch A. Zeiss noch nicht abgeschlossen, der das östlich angrenzende Blatt Dollnstein kartiert und mit dem die stratigraphische Gliederung in gemeinsamer Besprechung aufgestellt wurde. Das württembergische Malm ζ -Profil ist bis auf die höheren Hangenden Bankkalke unserem tiefsten Abschnitt (Röglinger Bankkalke bis Mörsheimer Schichten) zuzuordnen. — Die Tektonik zeigt Brüche und Verbiegungen. Jene sind im Norden wegen der verbreiteten, starren Riffkalke seltener, im Süden dagegen so zahlreich, daß ein Schollenmosaik entsteht. Tektonische Verbiegungen sind nur in den Solnhofener Steinbrüchen zu beobachten. Im ganzen nördlichen Teil überwiegen atektonische Sättel und Mulden, die über den Riffen bzw. Wannen liegen und durch die größere Setzung der geschichteten Kalke über den Wannen im Gegensatz zur schwächeren über den Riffen entstehen. Das sehr engmaschige Schollenmosaik des Südens besitzt vorriesisches Alter. Gegenstücke dazu finden sich westlich des Rieses. Die Ursache liegt in einer präriesischen Aufwölbung des Riesgebietes. Während die Brüche, Klüfte, Sättel und Mulden vermutlich vorriesisch sind, gibt es auch nach der Ries-Entstehung noch weitspannige Verbiegungen. Die vermutete relative Altersfolge der Vorgänge wird angegeben. — Ausführliche Angaben, 32 Abbildungen sowie eine geologische Spezialkarte 1:25 000 finden sich bei Fesefeldt (1960).

1. Malm γ und δ

Diese beiden Horizonte stellen den tiefsten Teil der Schichtenfolge. Aufschlüsse in ihnen fehlen fast ganz. Vom Malm δ sind 37 m in gebankter Fazies (Treuchtlinger Marmor) entwickelt. Von unten bis zur Obergrenze des Treuchtlinger Marmors herrscht im

ganzen Malm hier und im nördlich anschließenden Gebiet geschichtete Fazies.

2. Dolomit und Massenkalk

Sie gehören bis auf den Massenkalk längs der Donau und ein kleineres Vorkommen in den Spindeltalschiefern dem oberen Malm δ , ε und tiefsten ζ an. Die geschichtete Fazies im Ober- δ und ε ist völlig durch Riffe verdrängt. — Die Oberfläche der Massenfazies ist stark gegliedert. Zwischen den bis über 180 m hochragenden Riffkuppeln (es besteht keine einheitliche Gipfelflur), deren Böschungen meist um 13° , selten steiler, oft sogar flacher geneigt sind, befinden sich als Vertiefungen sog. Wannen, in deren Bereich die Massenfazies mindestens noch 45 m dick wird. In ihnen lagern sich zunächst die tiefsten ζ -Schichten ab, deren älteste noch seitlich in Massenfazies übergehen. Hierin liegt der Unterschied zu den Schüsseln und Sekundärschüsseln Rölls (1934). Bei den Schüsseln folgt über einer Restlücke in einer Vertiefung zwischen Riffen direkt oder nach einer nur dünnen Riffdecke geschichtete Fazies, die, da die Riffe bereits tot sind, sich nicht mehr mit ihnen verzahnt. Bei den Sekundärschüsseln liegt zwar unter der geschichteten Schüsselfüllung mächtigere Massenfazies, aber der Boden dieser Vertiefungen liegt beträchtlich über dem der umliegenden Schüsseln. Bei den Wannen ist die Lage über Restlücken nicht nachweisbar; ferner liegt unter den Wannen erheblich starke Massenfazies, obwohl der Boden der Wannen nicht höher liegt als der anderer Vertiefungen. Der tiefste Teil der Wannenfüllung geht seitlich faziell in Massenkalk, d. h. in Riffe über, und erst dann legt sich jüngere geschichtete Fazies gegen ältere, inzwischen abgestorbene Riffe. Die Riffe sind also jünger als der Treuchtlinger Marmor, hingegen älter als die Trennende Krumme Lage, welche sich zusammen mit den Unteren Schiefer als erster Horizont diskordant an die Riffe legt und sie (bis auf die Warchinger und Mörsheimer Schwelle) zudeckt. — Die Hauptmasse der Riffe liegt als Dolomit vor. Nur am oberen Rand der Massenfazies gegen die jüngere geschichtete Fazies tritt wenig dolomitisierter oder reiner Massenkalk auf.

3. Malm ζ

Über der Massenfazies sind in unserem Aufnahmegebiet im Höchstfalle noch ca. 360 m geschichtete Kalke des Malm ζ erhalten (Tab. 1). Drei Faziestypen sind häufig: 1. Kalkschiefer-Fazies mit ebenflächigen, feinschichtigen, meist glatten Plattenkalen, Bildungen stillen Flachswassers. 2. Bankkalk-Fazies mit unregelmäßigflächigen, teils mergeligen, teils glatten Kalen verschiede-

ner Bankstärke, Bildungen unruhigeren Flachwassers, und 3. Schuttkalke mit Schill sowie eckigen und abgerollten Gesteinsbrocken, die an in Zerstörung befindliche Riffe gebunden sind. — Bankkalk- und Schieferfazies wechseln einander dreimal ab.

Röglinger Bankkalke. Sie bestehen aus grauen bis beigen, glatten, tonarmen Kalken verschiedener Bankstärke und sind nur in den Wannen entwickelt, in deren Zentren auch ihre größten Mächtigkeiten liegen. Am Ende der Röglinger Bankkalke bleiben noch große Riff-Flächen von geschichteter Bedeckung frei. Bei Mühlheim und westlich Rögling gehen Röglinger Bankkalke seitlich faziell in Massenfazies über, südlich Mühlheim enthalten die obersten Abschnitte der Bankkalke den Schutt des gerade abgestorbenen und nun bereits zerfallenden Riffes. — Der unterste Teil der Röglinger Bankkalke gehört noch der Setatus-Zone an.

Untere Schiefer und Trennende Krumme Lage. Mit scharfer Grenze setzt über den Röglinger Bankkalken Schiefer-Fazies ein. Die Verbreitung dieses Horizontes deckt sich mit der der Röglinger Bankkalke, mit dem Unterschied, daß jetzt die geschichtete Fazies weit auf die Riffe hinaufgreift, die Trennende Krumme Lage sogar die meisten von ihnen zudeckt. Nach ihrem Ende bleiben nur noch die Mörsheimer und Warchinger Schwelle sowie die obersten Spitzen der Waldschloß- und Lindenbergsschwelle unbedeckt. Alle anderen Riffe sind bereits zusedimentiert; die geschichtete Sedimentation hat sie eingeholt, ein Zeichen für ihren Tod. — Die größten Mächtigkeiten liegen wieder im Gebiet der Wannen. In Richtung auf die Riffe nehmen sie ab. Ebenflächige Untere Schiefer finden sich nur randlich zwischen Rögling und Warching. In den Wannen-Zentren sind sie zwar noch feinschichtig, besitzen aber meist krumme Schichtflächen. Das ist teilweise auf eine Sedimentation unter unruhigerer Wasserbedeckung als bei den ebenflächigen Schiefen, teilweise auf subaquatische Rutschungen zurückzuführen. — Die Trennende Krumme Lage ist im ganzen Gebiet als subaquatisch gerutschter Horizont entwickelt. — In der Nähe des Dolomits wurden Untere Schiefer häufig nachträglich in Braunkalk oder Dolomit umgewandelt.

Obere Schiefer und Hangende Krumme Lage. Zu Beginn der Solnhofener Plattenkalke ist die Massenfazies-Oberfläche fast ganz von Schichtsedimenten bedeckt, der Meeresboden weitgehend eben. Der durch die Schieferausbisse in unserem Kartengebiet rekonstruierbare geschlossene Ablagerungsraum umfaßt eine Fläche von über 50 km². Er setzt sich aber nach Osten, Süden und auch noch etwas nach Westen fort; hier sind seine Grenzen

durch die Riesentstehung nicht mehr feststellbar. Seine Fortsetzung nach Norden ist unbekannt. Der ursprüngliche Rand der Lagune ist nur südlich Mühlheim an der Mörsheimer Schwelle und südwestlich Rögling an der Warchinger Schwelle erhalten. Alle anderen sind Erosionsränder. — Dieses flache Meeresbecken war von nur seichtem Wasser bedeckt, das sich in unregelmäßiger Folge verzog und wieder einstellte. Schon bei geringer Änderung der Spiegelhöhe wurden weite Flächen trockengelegt oder überflutet. Innere Diskordanzen fehlen, d. h. die Wasserbewegung vollzog sich ruhig und langsam. Die Solnhofener Plattenkalke sind ein typisches Stillwassersediment.

Mörsheimer und Warchinger Schwelle erheben sich 65 m bzw. mindestens 35 m über die Obergrenze der Hangenden Krummen Lage, haben also die Sedimentoberfläche und auch die Wasserfläche zur Zeit der Oberen Schiefer beträchtlich überragt. Sie waren Inseln. Sie lieferten fast keinen Schutt in die Lagune (selten Funde nur in den randlichen Brüchen südlich Mühlheim). Gründe hierfür sind das Fehlen einer Brandung (Stillwasser!), vorwiegend chemische Verwitterung (tropisches Klima!) und das Auffangen des wenigen Schuttes in den Unebenheiten der flachen Riffoberflächen. Durch stärkere Wasserunruhe zu Beginn der Mörsheimer Schichten werden die roten Verwitterungsprodukte abgespült und färben bei Mörsheim und Mühlheim den tiefsten Teil der Mörsheimer Schichten rot. — Die Inseln können einem Teil der Solnhofener Landfauna und -flora als Lebensraum gedient haben.

Trotz der ebenen Lagunenfläche schwanken die Mächtigkeiten der Oberen Schiefer stark. Drei Vorgänge, deren erster auch der wichtigste ist, wirken sich hier aus:

1. Die Mächtigkeiten hängen trotz des fast ebenen Meeresbodens von der Lage der verdeckten Riffe im Untergrund ab: starke Setzung über den Wannen schafft mächtige Solnhofener Plattenkalke, schwache Setzung der dünnen geschichteten Sedimente über den Riffkuppeln schafft nur geringmächtige Plattenkalke. Das Langenaltheimer Bruchgebiet liegt über der Langenaltheimer, das Solnhofen-Mörsheimer über der Solnhofener Wanne. Geringmächtige Obere Schiefer über Riffen im Untergrund liegen am Waldschloß (Gemarkung Langenaltheim), im Apfelthal, Frauenholz, Geisleite und Lindenberg (Waldschloß- und Lindenbergsschwelle).
2. Die Stellen größter Mächtigkeit liegen nicht fest im Wannenzentrum, sondern wandern unabhängig von der Setzung im Laufe der Zeit von Westen nach Osten. Die Ursache hierfür ist in einer Hebung im Westen, im Riesgebiet zu suchen (Neubelebung der Riesbarre, s. u.).
3. Für eine phasenhafte epirogene Absenkung spricht, da die Setzung als konstant verlaufend anzunehmen ist, der Wechsel von Plattenkalkhorizonten mit sehr starken und solchen mit sehr geringen Schichtstärken.

Die horizontale Mächtigkeitsänderung kann auf zwei Arten vor sich gehen:

1. Über lange Strecken auf fazielle Weise, indem in einer Fäule am Rand einer Wanne in Richtung auf ihr Zentrum der Kalkgehalt ansteigt. Einzelne Schichtfugen werden dadurch unterdrückt, daß die randlich oft unterbrochene Sedimentation zentral stetig verläuft. Mit zunehmendem Kalkgehalt stellen sich dünne Flinze in der vorher geschlossenen Fäule ein. Diese können zum Zentrum hin normal dicker werden, oder aber es können Blätterflinze (mehrere unter je 1 cm starke Einzelflinze) wannenwärts ebenfalls durch Unterdrückung von Trennfugen zu einem einheitlichen Flinz zusammenwachsen. Auf beide Arten können dicke Flinze entstehen.
2. Über kurze Strecken durch bloße Mächtigkeitsänderung schon bestehender Flinze oder Fäulen oder durch ihr Neuauftreten auf bisher sedimentfreien Schichtfugen.

Die Hangende Krumme Lage entsteht wie alle anderen Krummen Lagen durch subaquatische Rutschungen; deren Bewegungssinn ist auf das jeweilige Wannenzentrum gerichtet. Die größeren Bewegungen laufen sich meist auf halbem Wege zum Wannenzentrum tot, indem die Rutschungen im aufgestauchten Flinzbrei ersticken (Mächtigkeit der Hangenden Krummen Lage an diesen Stellen bis zu 10 m).

Die Hangende Krumme Lage entstand nicht durch einen einzigen Rutschvorgang, sondern an verschiedenen Stellen haben sich zu verschiedenen Zeiten am Ende der Oberen Schiefer Bewegungen ereignet. Beim Rutschen aufgewirbeltes Flinzmaterial lagerte sich nach verschieden langem Transportweg anderenorts in ungestörte Horizonte ein und wurde später selbst noch einmal bei Rutschungen mit dem ganzen Schichtpaket gestaucht und gefaltet.

Grenze Hangende Krumme Lage / Mörnshheimer Schichten. Profile mit dieser Grenze bei Mühlheim und Mörnshheim zeigen die Konkordanz zwischen Hangender Krummer Lage und Mörnshheimer Schichten. Diese liegen stets mit demselben Horizont der Hangenden Krummen Lage auf. Flinzgerölle an dieser Grenze stammen aus der beim Rutschen aufgewirbelten Hangenden Krummen Lage. Deren wellige Oberfläche entsteht beim ungleichmäßigen Rutschen größerer Flächen. Stau-Kulminationen der Hangenden Krummen Lage sind nicht wieder eingeebnet, die in manchen Steinbrüchen sichtbaren Diskordanzen atektonischer Natur.

Mörnshheimer Schichten. Die Fazies wechselt sehr stark. Nur die untersten 20—25 m sind überall gleichmäßig entwickelt und bestehen aus einem Wechsel von feinstgeschichteten, schieferähnlichen Kalken mit z. T. stark verkieselten Kalkbänken um je 20 cm Stärke. Der Feinschuttgehalt ist beträchtlich, die untersten Meter bei Mühlheim und Mörnshheim gerötet. Bis hierher finden

sich, abgesehen von der unruhigeren Sedimentation, noch Anklänge an die Verhältnisse der Oberen Schiefer.

Erst über diesem Profilabschnitt gruppiert sich die Fazies um, und zwar um die wieder unter Wasser geratene und von rasenbildenden Flachwasserbewohnern (Brachiopoden, Einzelschwämmen, Einzelkorallen u. a.) besiedelte Mörsheimer und Warchinger Schwelle. Drei Faziesbezirke lassen sich unterscheiden:

1. Innen herrschen um den toten Riffkörper Brachiopodenpflaster sowie Schillkalke mit Massenkalk-Detritus.
2. Der mittlere Faziesring enthält Feinschill, vereinzelte Fossilien und, als charakteristischen Bestandteil, abgerollte Stücke seiner eigenen Grundmasse (Knollenkalke).
3. Im äußersten Ring werden schwach schuttführende oder schuttfreie Kalkschiefer sedimentiert.

Diese drei Faziestypen kommen nicht nur nebeneinander, sondern auch übereinander vor und bedeuten sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Richtung den Wechsel von stark bewegtem zu stillem Flachwasser.

Die Mächtigkeiten der Mörsheimer Schichten hängen zwar im Solnhofener Steinbruchgebiet noch schwach von der Verteilung Wanne—Riff ab, nehmen aber, großräumig gesehen, im ganzen Kartengebiet in südlicher Richtung von 45 m (südlich Mühlheim) auf ca. 63 m (Bohrung Ammerfeld) zu.

Tagmersheimer Bänke. Die Tagmersheimer Bänke sind zwar im ganzen Gebiet entwickelt, doch bei Tagmersheim am besten erschlossen. Auch in ihnen herrscht um die Mörsheimer Schwelle dieselbe Faziesanordnung wie in den Mörsheimer Schichten, die sich darin äußert, daß unmittelbar um die Massenfazies die Tagmersheimer Bänke die Fazies der Mörsheimer Schichten besitzen, daß also in der Nähe des alten Riffes die Spindeltalschiefer direkt auf Gesteinen in der Fazies der Mörsheimer Schichten folgen. Diese Fazies weist aber eine entsprechend höhere Mächtigkeit auf als die eigentlichen Mörsheimer Schichten.

Die schwellenferne Bankkalkfazies erreicht optimal 9 m Stärke und besteht aus grauen bis gelbgrauen, glatten oder schwach mergeligen Kalken von bis zu ca. 50 cm Bankstärke und buckligen Schichtflächen.

Spindeltalschiefer. Auch hier herrscht um die Mörsheimer Schwelle anfangs noch die oben beschriebene Faziesverzahnung. Bis auf diese Ausnahme bestehen die Spindeltalschiefer aus normalen Kalkschiefern, deren einziger Unterschied zu den Oberen Schieferen ein gelegentlich höherer Tonanteil, ein kleines Korallenriff (westlich Übersfeld) und ein Horizont glatter Bankkalke mit

gerundeten Flinz- oder Massenkalkknollen sind (ca. 10 m über der Untergrenze im Gebiet Berg—Übersfeld). Krumme Lagen sind häufig, eine Parallelisierung wegen der großen Aufschlußentfernungen unmöglich. Die Mächtigkeiten nehmen von Norden (ca. 30 m südlich Mühlheim) nach Süden (ca. ? 40 m im Usseltal) zu.

Schichtparallele rotbraune Streifen (auch in der Hangenden Krummen Lage, Gansheimer Zwischenkalken, Usseltalschiefern und Rennerthshofener Schichten entwickelt) bestehen aus feinen Quarzsandlagen, die durch Lufttransport in das Sediment gelangten (Staubstürme).

Graisbacher Fazies der Mörsheimer Schichten, Tagmersheimer Bänke und Spindeltalschiefer. Bei Graisbach treten, wie auch weiter östlich bei Lechsend, Marxheim und Schweinspoint, Massenkalk auf, die in Graisbach von ca. 18 m Schillkalk, dieser wieder von mindestens 20 m Kalkschiefern überlagert werden. Die Schiefer gehören nach einem regionalen Vergleich in das Niveau der Spindeltalschiefer. Das wird durch die Fauna bestätigt. In dem Massenkalk des Graisbacher Steinbruches dagegen fand sich *Taramelliceras prolithographicum* (F o n t.) (freundliche mündliche Mitteilung von Herrn Dr. B a r t h e l - München). Diese gehören damit mindestens noch den Mörsheimer Schichten an (s. u.). Die Schillkalke über den Massenkalken lieferten eine Fauna wie die hangenden Schiefer und müssen daher z. T. den Tagmersheimer Bänken entsprechen.

Die Massenkalk-Komplexe besitzen kuppelförmigen Aufbau (Lechsend) und erheben sich mit flachen Böschungen ($9\text{--}16^\circ$) über ihre Umgebung. Die Schillfazies in den Vertiefungen zwischen den Kuppeln verzahnt sich nicht mit dem Massenkalk. Zentral besteht sie aus einem Wechsel von Schillbänken, schuttführenden Mergelkalken und schuttführenden, blättrigen Kalkmergeln. In Richtung auf die Massenkalk-Kuppeln nimmt das Schill immer mehr zu, bis es das Sediment fast allein aufbaut. Die Mächtigkeit der Schillkalke nimmt in Richtung auf die Kuppeln ab. Erst die Kalkschiefer decken die Massenkalkspitzen endgültig zu.

Gansheimer Zwischenkalke. Diese entwickeln sich langsam aus den Spindeltalschiefern, indem die Flinze allmählich bucklig und die Fäulen zu Mergeln werden. Die Bankstärken schwellen seitlich sehr rasch auf und ab und nehmen insgesamt von unten nach oben zu (von ca. 5 auf ca. 50 cm). Es sind glatte, sehr reine Kalke. Ihre Gesamtmächtigkeit steigt in südlicher Richtung von

7 m (nördlich Tagmersheim) auf 13 m (Gansheim). Die hauptsächlichsten Aufschlüsse liegen in Gansheim links der Ussel.

Usseltalschiefer. Dieser oberste Plattenkalkhorizont streicht unterhalb Gansheim im Usseltal sowie bei Tagmersheim aus. Er besteht aus Kalkschiefern mit krummen Lagen und enthält örtlich eine Mergelkalkbank von über 1 m Stärke (Störzelmühle) mit teilweise latenter Feinschichtung (Boschenmühle). Die Schiefermächtigkeiten nehmen von ? 8 m (nördlich Tagmersheim) auf 16 m (Gansheim) in südlicher Richtung zu.

Usseltalschiefer, Gansheimer Zwischenkalke und Spindeltalschiefer reichen in erheblichen Mächtigkeiten von Süden bis fast nach Mühlheim. Wahrscheinlich haben sie und die Rennertshofener Schichten noch über das Solnhofener Steinbruchgebiet hinaus ein gutes Stück nach Norden gereicht.

Rennertshofener Schichten. Die Rennertshofener Schichten liegen konkordant auf Usseltalschiefern. Es sind meist mergelige Bankkalke mit Mergelzwischenlagen, grauer bis gelbgrauer Farbe sowie buckligen Schichtflächen. Bei Asbrunn, Trugenhofen und Kienberg sind ihnen ca. 2 m dicke Linsen aus Massenkalk eingelagert, die durch dünne Mergelbänder getrennt werden. Die Mächtigkeit der Rennertshofener Schichten im Aufnahmegebiet liegt, das Fehlen täuschender Störungen vorausgesetzt, bei über 100 m. Neuburger Bankkalke sind nicht mehr erhalten.

4. Paläogeographie

Von den weiteren Rahmen des untersuchten Gebietes besitzen Riesbarre, Vindelizisches Land und Mitteldeutsche Schwelle eine Bedeutung.

1. Die Riesbarre erlischt im Lias und macht sich erst zur Zeit der Oberen Schiefer wieder bemerkbar (s. o.). Da die fazielle Sonderung des Malm ζ in der südlichen Frankenalb oft durch trennende Riffe hervorgerufen wird, kann das auch als Ursache für die unterschiedliche Ausbildung des schwäbischen und fränkischen Malm ζ vermutet werden. Genauere Untersuchungen stehen noch aus. Über die spätere Hochlage des Riesgebietes s. u.
2. Das Vindelizische Land ist im oberen Malm für unseren Bereich untergetaucht, die Verbindung nach Süden frei (P. Dorn 1958).
3. Gleichzeitig damit taucht die Mitteldeutsche Schwelle auf und verbreitert sich, so daß im oberen Malm die Küstenzone nicht weit nördlich des Aufnahmegebietes lag.

5. Faunistische Gliederung des Malm ζ

Nach vorläufiger Durchsicht der gesammelten Faunen läßt sich der Malm ζ unseres Gebietes in drei Abschnitte teilen:

A) Röglinger Bankkalke — Mörsheimer Schichten.

Allen Horizonten gemein ist das Vorkommen von *Hybonoticer*as, *Taramelliceras*, *Glochicer*as, *Ochetoceras* und *Sutneria* z. T.. Außerhalb unseres Gebietes fand sich in diesen Horizonten auch *Gravesia*. In den Mörsheimer Schichten tritt erstmals der für die Abschnitte B und C typische *Neochetoceras steraspis* forma *mucronata* Berckh. & Hölder auf. — Charakteristisch sind ferner Formen aus dem Kreis des *Subplanites rueppellianus* (Qu.), des *S. moernsheimensis* (Schneid), des *Virgatospinches eystettensis* Schneid, des *V. riedensis* Schneid, des *V. pubescens* Schneid, des *V. supinus* Schneid, des *V. supremus* Schneid. — Ein echtes *Lithacoceras ulmense* (Opp.) wurde nicht gefunden. Stücke, die dem Schneid'schen *ulmense* (1914/15, Taf. IV, Fig. 3) gleichen, sind in den Mörsheimer Schichten häufiger, aus den tieferen Horizonten jedoch nicht bekannt. Ulmensis-Schichten wurden daher nicht ausgeschieden.

B) Tagmersheimer Bänke — tiefere Rennertshofener Schichten.

Häufiger vertreten sind *Aspidoceras* cf. *neoburgense* (Opp.), der Kreis des *Perisphinctes siliceus* (Qu.) sowie das von den Tagmersheimer Bänken an aufwärts allgemein verbreitete *Neochetoceras steraspis mucronatum*. Die *Virgatospinches* lassen sich allenfalls an *V. vimineus* Schneid anschließen, obwohl sie ihm nur teilweise ähneln. *Lithacoceras ulmense* wurde nicht gefunden, auch nicht am Mühlberg und Schafberg bei Tagmersheim, von wo Roll (1933) sie erwähnt. Seine Bestimmungen konnten durch reichlicheres Material abgeändert werden. Alle anderen vom Abschnitt A beschriebenen Formen fehlen hier.

C) Die höheren Rennertshofener Schichten, bei uns anstehend, aber nicht erschlossen, lieferten im benachbarten Gebiet *Perisphinctes*, deren unruhig berippte Außenwindungen zu den Formen der Neuburger Bankkalke überleiten, ohne bereits mit diesen identisch zu sein. Die typischen Formen und die Frage der Selbstständigkeit dieses Abschnittes muß noch weiter untersucht werden.

6. Vergleich mit dem Malm ζ der Schwäbischen Alb

Nach Fauna, Mächtigkeit und z. T. der Fazies sind unserem Abschnitt A (Röglinger Bankkalke — Mörsheimer Schichten) in Württemberg die Ulmensis-Schichten, Zementmergel und tieferen Hangenden Bankkalke zuzuordnen (vgl. auch Roll 1932).

1. Während bei uns die Gattungen *Taramelliceras*, *Glochicer*as, *Ochetoceras*, *Sutneria* und *Gravesia* mit dem Abschnitt A erlöschen (nach dem bislang vorliegenden Material), reichen sie in der württembergischen Ostalb bis in die unteren Hangenden Bankkalke (von denen bis zu 40 m als Erosionsrest erhalten sind). Möglicherweise reichen sie im Westen in noch höhere Profileile.
2. Die Mächtigkeiten des Abschnittes A (maximal 200 m, im Schnitt 130 m) und des Malm ζ_1 bis unteren Malm ζ_3 (125 m bzw. 200 m bei Medinger 1935 bzw. Hüttner 1958) ähneln sich sehr.
3. Zwischen Brenztaloolith und Mörsheimer Schichten besteht eine gewisse fazielle Ähnlichkeit. Beide führen — in unterschiedlichem Maße — Schill

und Gesteinsknollen und sind Bildungen bewegten Flachwassers. Ooide und Schrägschichtung fehlen in Franken, eingeschaltete Kalkschieferlagen dagegen in Württemberg. Der Brenztaloolith ist eine Fazies der Zementmergel und unteren Hangenden Bankkalke; die Mörsheimer Schichten bilden den obersten Teil des Abschnittes A.

7. Das Vorries

Die westliche Hälfte des Aufnahmegebietes gehört dem östlichen Vorries an. Da man unter Vorries das Gebiet zwischen morphologischem Riesrand und äußerster Verbreitung der Trümmernmassen versteht, diese aber noch ein Stück auf den autochthonen Malm übergreifen, decken sich die Grenzen des Vorrieses und des autochthonen Weißjura nicht.

Der Übergang von ungestörtem Jura in das Vorries vollzieht sich in westlicher Richtung in drei Schritten:

1. Unvergriester, autochthoner Jura.
2. Übergangszone aus vergriestem, aber im Schichtverband liegendem, autochthonem Jura. Aufschlüsse: westlich Wittesheim beiderseits der Ehbrust, westlich Warching am Weihergraben, um Daiting sowie bei Lechsend und Graisbach. In allen Fällen handelt es sich bei dem vergriesten Gestein um geschichtete oder Massenfazies, die im gleichen Niveau auch in der jeweiligen Umgebung ansteht.
3. Vergriester Jura des Vorrieses. Die Trümmernmassen sind im Norden aus stratigraphisch älteren Horizonten zusammengesetzt als im Süden und zeigen eine Abhängigkeit von den jeweils in der Umgebung ausstreichenden Horizonten. Der Weißjura ist hier im wesentlichen autochthon, aber u. U. aus seinem ursprünglichen Niveau gerückt, wobei sich mehrere Jura-Zonen mischen konnten.

Über alle drei Lagerungsbezirke hinweg legt sich ein Schleier von Trümmernmassen, die nur aus dem Ries selbst stammen können, da sich örtliche Aufbrüche im Vorries nicht nachweisen ließen. Hierher gehören u. a. die sandigen und tonigen Anteile der Bunten Bresche sowie das Kristallin von Itzing-Unterbuch.

8. Tektonik im autochthonen Weißjura

Die Streichlinienkarte zeigt Verbiegungen und Brüche. Im Norden streichen in weiten Gebieten Dolomit und Massenkalk aus oder sind nur von einer dünnen Hülle geschichteter Fazies verdeckt. Hier treten Brüche zurück, herrschen Verbiegungen vor. Sie sind meist atektonischer Entstehung: über den alten Schwammriffen liegen Wölbungen, über den Wannen Einbiegungen. Tektonisch bedingte Sättel und Mulden sind in den Solnhofener Steinbrüchen erschlossen, lassen sich aber durch Streichlinien nicht erfassen. — Unter den Verwerfungen des Nordens erstreckt sich der Lichtenbergsprung von der Schrandel südlich Langenaltheim bis in den Kronenwirtsberg (Blatt Dollnstein). Er

besteht aus 2—3 Teilstörungen, streicht mit ca. 110° und verwirft mit insgesamt 30—40 m nach Süden. An ihm sind Untere und Obere Schiefer vielfach verbraunt und dolomitisiert, obwohl die Massenfazies sehr tief liegt. — In der Schrandel enthält er eine Aufschiebung von mindestens 4,5 m Sprunghöhe. Sie setzt seinen Abschiebungsbetrag aber nicht herab, ist also älter. Im Kronenwirtsberg geht er in eine Flexur über, an der alle kleintektonischen Elemente verkippt, also ebenfalls älter sind (Großklüfte, Kleinabschiebungen).

Im Süden herrschen Brüche vor. Soweit aus der Lagerung erkennbar, handelt es sich um Abschiebungen. Sie bilden infolge ihrer dichten Anordnung ein Schollenmosaik, dessen Entstehung durch das Fehlen jeder Massenfazies begünstigt wurde. Eine Reihe von Störungen wird durch Riesgries überdeckt, der selbst nicht mehr mitverworfen ist. Sie sind also vorriesischen Alters. Dies gilt vermutlich für die Mehrzahl der Störungen des südlichen Abschnittes; ob auch für den Lichtenbergsprung, ist nicht feststellbar.

Das Abbiegen der Albtal unter die Donau wirkt sich nach Norden bis in das Usseltal aus: die linken, nördlichen Nebentäler verlaufen sämtlich Nord—Süd. Die rechten, südlichen dagegen ziehen alle parallel zur Ussel und brechen dann in einem kurzen Talstück nach Norden zu ihr durch. Diese asymmetrische Verteilung der Täler ist postriesisch und auf eine verstärkte Nord—Süd—Entwässerung im Gefolge der nachsarmatischen Donaurandflexur zurückzuführen.

Die Aufbiegung des Rieses äußert sich in einer einseitigen Verschüttung der Nord—Süd—gerichteten Täler. Ihre Westseiten sind, wenn das Hinterland groß genug ist, bis an die Talsohlen mit postjurassischen Bildungen verhüllt, während an der Ostseite der Jura entblößt liegt. Das ist eine Folge der Hebung im Westen, welche die Gewässer in den meridional gerichteten Tälern nach Osten abdrängte, auch in den postriesischen linken Seitentälern der Ussel. Die Aufbiegung ist also auch nachriesisch.

Die Ereignisse lassen sich, mit den ältesten beginnend, auf folgende Weise miteinander verknüpfen:

1. Setzungsrandbrüche an den Riffen fehlen.
2. Prälichtenbergische Zerrung, prälichtenbergische Einengung und Kluftbildung, ohne daß bisher Altersbeziehungen zueinander feststellbar sind.
3. Sättel und Mulden sowie Verkarstungserscheinungen in den Steinbrüchen von Solnhofen (gleichalt mit 2. ?).
4. Lichtenbergsprung
5. Präriesisches Schollenmosaik
6. Dolomitisierung und Verbraunung am Lichtenberg- und Waldschloßsprung.
7. Riesentstehung (jünger als 5., ? älter als 6.).

- | | |
|--|---------------|
| 8. Postriesische Verwerfungen nicht nachweisbar. | } gleichalt ? |
| 9. Postsarmatische, postriesische südliche Albrandflexur | |
| 10. Postriesische Aufwölbung des Riesgebietes | |

9. Tektonische Beziehungen zum Ries und zur östlichen Schwäbischen Alb

Bentz (1928) beschreibt eine präriesische Aufbeulung im heutigen Riesgebiet, die noch präriesisch von der Erosion gekappt wurde. Die Horizonte steigen (wie auch bei uns), z. T. an Störungen, zum Ries hin an und werden diskordant von Riesgries überlagert (Usseltal).

Zugleich versteilt sich in unserem Gebiet das allgemeine Streichen. Im Osten der südlichen Frankenalb im Gebiet Hemau-Dietfurt beträgt es $85-90^\circ$ (Streim 1959), bei uns 60° . Allerdings wirken sich bei dieser Verteilung nicht nur die vor-, sondern auch die nachriesischen Bewegungen aus. Im Ries liegt das Grundgebirge um etwa 300 m höher als in der umgebenden Alb (Reich & Horrix 1955).

Eine Schollentektonik wie bei uns ist aus der Riesumrandung auch von Neresheim—Dischingen (Medinger 1935, Hüttner 1958), Bopfingen (Bentz 1924) und Fremdingen (Barthel 1957) bekannt. Das Alter ist wie bei uns meist präriesisch. Am zwanglosesten lassen sich diese Bruchschollen durch Zerrung bei der ersten Aufbeulung des Riesgebietes erklären. Nur wenige Störungen zeigen nach Bentz postriesische Bewegungen. Barthel führt das Schollenmosaik bei Fremdingen auf calderaartige Einbrüche bei der Riesentstehung zurück. Vielleicht wäre hier auch ein vorriesisches Alter zu erwägen, zumal die Sprunghöhen der Verwerfungen mit 10—20 m in der von allen anderen Autoren angegebenen Größenordnung liegen.

10. Wichtigste Literatur

- Barthel, K. Werner: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Fremdingen. — *Geologica Bavarica*, **32**, München 1957.
- Bentz, Alfred: Über Dogger und Tektonik in der Bopfinger Gegend. — *Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, N. F. **13**, S. 1—45, 1924, Stuttgart 1924.
- : Zur Tektonik der präobermiozänen Landoberfläche im Ries. — *Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, N. F. **17**, S. 25—29, 1928, Stuttgart 1928.
- Dorn, Paul: Problematik des Vindelizischen Landes. — *Geologie*, **7**, S. 319—341, Berlin 1958.
- Fesefeldt, Klaus: Schichtenfolge und Lagerung des oberen Weißjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb). — Diss., Erlangen 1960 (Maschinenschrift).
- Hüttner, Rudolf: Geologische Untersuchungen im SW-Vorries auf Blatt Neresheim und Wittislingen. — Diss., Tübingen 1958 (Maschinenschrift).

- R o l l, Artur: Stratigraphischer Vergleich zwischen nordwesteuropäischem und süddeutschem Oberem Malm. — Neues Jb. Min. etc., Beil.-Bd, **68**, B, S. 179—198, Stuttgart 1932.
- : Über den Oberen Malm der südwestlichen Frankenalb. Vorläufige Mitteilung. — Zbl. Min. etc., B, S. 553—564, Stuttgart 1933.
- : Form, Bau und Entstehung der Schwammstotzen im süddeutschen Malm. — Paläontol. Z., **16**, S. 197—246, Berlin 1934.
- : Tektonische Bemerkungen zu einer geologischen Karte der südlichen Frankenalb. — Z. deutsch. geol. Ges., **92**, S. 205—252, Berlin 1940.
- S c h n e i d, Theodor: Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg an der Donau. — Geogn. Jh., **27/28**, München 1914/15.
- S t r e i m, Wolfgang: Stratigraphie, Fazies und Lagerungsverhältnisse des Malms bei Dietfurt und Hemau (Südliche Frankenalb). — Diss., Erlangen 1959 (Maschinenschrift). (Auszug in: Geol. Bl. NO-Bayern, **9**, 4, S. 185—193, Erlangen 1959).

Lebenslauf

Am 3. 11. 1933 wurde ich, Klaus Otto Fesefeldt, als Sohn des Privatdozenten Dr. Hans Fesefeldt und seiner Frau Dr. Ilse, geb. Hoffmann, in Tübingen geboren.

In Rathenow/Havel besuchte ich von 1940—1943 die Grundschule, von 1943 bis zum Zusammenbruch die Oberschule für Jungen.

Nach der Flucht gehörte ich von 1945—1947 dem Martino-Katharineum in Braunschweig, von 1947 bis 1950 der dortigen Staatlichen Neuen Oberschule an. An der Felix-Klein-Oberschule in Göttingen legte ich 1952 die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1952 begann ich an der Universität Göttingen das Studium der Mineralogie, trat aber nach vier Semestern zur Geologie über und unterzog mich im Wintersemester 1954/55 der Vorprüfung für Diplom-Geologen.

Seit dem Sommersemester 1955 studiere ich an der Universität Erlangen. Hier legte ich im April 1958 die Hauptprüfung für Diplom-Geologen ab.

Erlangen, 23. 11. 1960

Klaus Fesefeldt

